

Die Wissensgebiete der Simulationstechnik

Umut Durak, Torsten Gerlach
DLR Institut für Flugsystemtechnik
umut.durak@dlr.de

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Simulationstechnik als ein eigenständiges Fachgebiet mit traditionellen, aber auch neuen und unkonventionellen Bereichen weiterentwickelt. Im Gegensatz zu den vergangenen Jahren ist der Bedarf an Ausbildung im Bereich Simulationstechnik erheblich gestiegen. Es wird deshalb zunehmend notwendig, ein gemeinsames Verständnis darüber zu erlangen, was die Wissensgebiete der Simulationstechnik sind. Dieser Beitrag präsentiert einen Überblick über bisherige Studien bezüglich der Wissensgebiete Modellierung und Simulation und gibt einen Ausblick auf das Wissensgebiet der Simulationstechnik. Der Ausblick beinhaltet die Vorstellung seiner Untergebiete und der behandelten Themen. Eine Auflistung der wichtigsten Referenzen dieser Themen vervollständigt diese Veröffentlichung.

1 Einleitung

Die Simulation als Begriff existiert seit dem 14. Jahrhundert und bedeutete ursprünglich Nachahmung oder Fälschung. Heutzutage definieren wir Simulation im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich als die Anwendung dynamischer Modelle, um Experimente durchzuführen, Erfahrungen zu sammeln oder um zu unterhalten. Ein Modell stellt wiederum eine abstrakte Darstellung der Realität dar. Wie Tolk et al. in [1] schreiben, besteht das Fachgebiet „Modellierung und Simulation“ (M&S) aus den drei Komponenten Simulationswissenschaft (M&S Science), Simulationstechnik (M&S Engineering) und Simulationsanwendungen (M&S Applications). Die Simulationswissenschaft beschäftigt sich mit den theoretischen, allgemeinen Grundlagen der Simulation. Die Simulationstechnik stellt allgemeine, theoretisch fundierte Methoden und anwendungsunabhängige Lösungen und Heuristiken bereit. Die Simulationsanwendungen beinhalten spezifische Lösungen, oft basierend auf den allgemeinen Methoden der Simulationstechnik, für konkrete, praktische Probleme. Dieser Beitrag beleuchtet die Komponente Simulationstechnik und versucht eine erweiterte Definition zu schaffen.

Die Simulationstechnik kann als Disziplin betrachtet werden, die durch die Evolution von Modellierung und Simulation entstanden ist. Sie ist somit ein Teil des Wissensgebietes der M&S. Ein Wissensgebiet kann als strukturiertes Wissen verstanden werden, welches von einem Individuum gemeistert werden muss, um dort als Spezialist verstanden zu werden. Betrachtet man andere Ingenieursdisziplinen, so sind bereits viele Wissensgebiete definiert worden, z. B.

- Systems engineering (SEBoK) [2]
- Software engineering (SWEBOK) [3]
- Project management (PMBOK) [4]

In den späten 1990er und frühen 2000er Jahren wurden einige Workshops über die Wissensgebiete der M&S durchgeführt [5-8]. Es wurde erörtert, ob M&S ein eigenständiges Wissensgebiet ist und was wichtige Teilgebiete sind. Später veröffentlichte Ören, als primärer Unterstützer der Idee, seine Vorstellung zur Entwicklung einer Klassifizierung für die Wissensgebiete der M&S [9]. Er definiert elf Kategorien, die eine genaue Unterscheidung und Spezifikation erlauben. Dies sind u. a. Technik, Ethik und Zuverlässigkeit [10]. Eine weitere Verankerung in der M&S-Gemeinschaft erreichte Ören durch verschiedene Veröffentlichungen, die eine detaillierte Ausarbeitung der elf Kategorien enthalten [11-14].

Wir greifen die Grundlagen von Ören auf und betrachten diese aus dem Blickwinkel der Simulationstechnik.

2 Grundlagen der Simulationstechnik

Die Evolution der Simulation kann durch eine zeitliche Abfolge dargestellt werden. Am Anfang des 20. Jahrhunderts war die Simulation nicht rechnergestützt, sondern sie wurde meistens als ein Gedankenexperiment [15] oder mit miniaturisierten Modellen durchgeführt. Mit der Einführung der Rechentechnik entstand die Computersimulation. In den sechziger Jahren begann die Ära der formalen Simulation, die die Verwendung von formalen Modellen vorantrieb. Die intelligente Simulation kann als nächster Schritt der Evolution aufgefasst werden, die durch die Sy-

nergien zwischen Simulation und künstlicher Intelligenz möglich gemacht wurde [16]. Sie beinhaltet u. a. agentenbasierte, neuronale Netzwerk-, Fuzzy- und Schwarmsimulation. Letzten Endes kann Simulationstechnik als das Ergebnis der Synergien zwischen Simulation und Systems Engineering begriffen werden. Sie kann als interdisziplinärer Ansatz zur Entwicklung, Wartung und Nutzung von Simulationen betrachtet werden [17]. Sie wird durch ihren Prozess und die damit verbundenen Aktivitäten definiert. Diese Aktivitäten sind konzeptionelle Analyse, Design, Entwicklung, Integration, Verifikation und Validierung, Bereitstellung und Betrieb, Wartung, Qualität und Verwaltung. Diese Schlüsselwörter werden in dem folgenden Abschnitt als Teil der Wissensgebiete der Simulationstechnik betrachtet und ihre Bedeutung erläutert.

3 Wissensgebiete der Simulationstechnik

Auf Grundlage von Örens Klassifikation [10] können die Wissensgebiete der Simulationstechnik auf der ersten Ebene in die Kategorien Grundlagen, Technik und Praxis gegliedert werden (Abbildung 1).

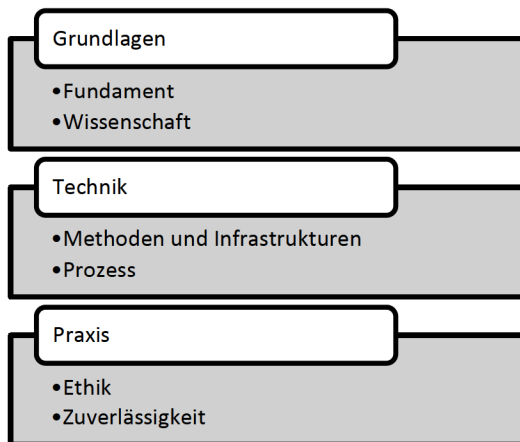


Abbildung 1. Wissensgebiete der Simulationstechnik

3.1 Grundlagen

Die Teilgebiete der Grundlagen sind „Fundament“ und „Wissenschaft“ (Abbildung 2). Mit dem Fundament wird die Definition und Kategorisierung der Disziplin Simulationstechnik angesprochen. Die Arbeiten von Ören [9, 10, 13, 14, 18] und Birta [8, 19] sind dazu wertvolle Referenzen. In [18] hat Ören eine

umfangreiche Sammlung von Definitionen erstellt und bestimmt drei Hauptkategorien:

- Simulation als zielgerichtetes Experiment
- Simulation als vermittelte Erfahrung unter kontrollierten Bedingungen zum Training
- Simulation als vermittelte Erfahrung zur Unterhaltung

Des weiteren werden 400 verschiedene Simulationsarten beschrieben, z. B. Man-in-the-Loop-Simulation.

Die „Wissenschaft“ gehört einerseits zu den Grundlagen der Simulationstechnik, andererseits ist sie eine der drei Komponenten von M&S [20]. Sie befasst sich mit Daten, Modellen und Experimenten.

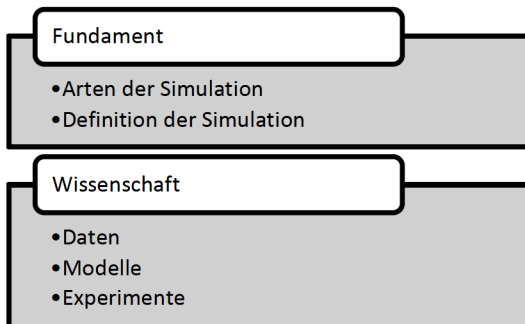


Abbildung 2. Wissens- und Teilgebiete der Grundlagen

Daten werden u. a benötigt, um ein Modell auszuführen und die Ergebnisse der Simulationsexperimente zu analysieren. Als Teilgebiet entspricht es beispielsweise in der ereignisorientierten Simulation den wissenschaftlichen Grundlagen der Eingangsdatenmodellierung, z. B. der Verteilungsfunktion der Intervallzeiten oder der Ausfallrate, und der Ausgangsanalyse, z. B. den Standardabweichungen der Wartezeiten. Unter den zahlreichen Lehrbüchern ist das Buch von Law und Kelton [21] eines der meistreferierten, die diese Themen ausführlich erklären.

Modelle sind als Abstraktion der Realität ein Kernelement der Simulation. Die Modellierung und modellbasierte Entwicklung sind seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen [22, 23]. Zu dem Thema „Modelle“ gehören die akademischen Grundlagen der Modellierung, der Modellverwaltung und der Modellbearbeitung. Maßgebliche Referenzen des Themas befassen sich z. B. mit Discrete Event System Specification (DEVS) [24], Modelica (mit objektorientierten Konzepten) [25] oder System Enti-

ty Structure/Model Base (als einen Ansatz für die Modellverwaltung) [26].

Die letzte Kategorie der „Wissenschaft“ sind die Experimente, welche eine Schlüsselstellung in jeder wissenschaftlichen Studie einnehmen. Hierbei geht es um das virtuelle Experimentieren mit Modellen bzw. die Ausführung eines Simulationsprogramms. In [18] hat Ören eine Kategorisierung verschiedener Experimentarten, die mit der Simulation verwandt sind, erstellt.

3.2 Technik

Die Kategorie „Technik“ beinhaltet Lösungsansätze auf Basis des Teilgebiets „Wissenschaft“ [20]. Auch hier legen wir Örens Klassifikation [10] zu Grunde und definieren die Wissensgebiete „Methoden und Infrastrukturen“ sowie „Prozess“ (Abbildung 3).

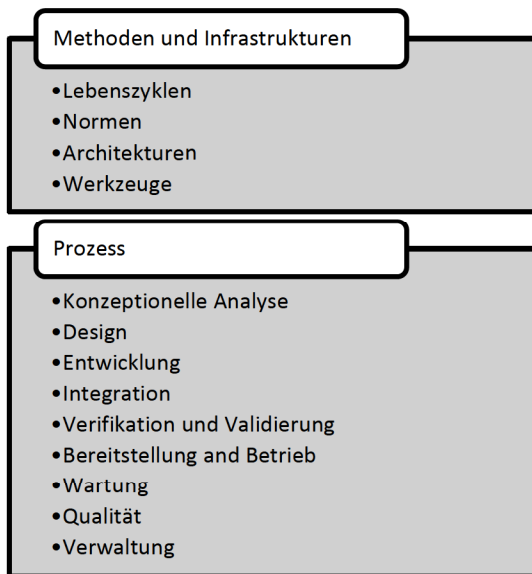


Abbildung 3. Wissens- und Teilgebiete der Technik

„Methoden und Infrastrukturen“ kann in vier Teilgebiete unterteilt werden: die Lebenszyklen, die Normen, die Architekturen und die Werkzeuge.

Der Lebenszyklus einer Simulation wurde ursprünglich von Balci in den neunziger Jahren definiert als ein aus zehn Phasen bestehender Prozess [27]. Später wurde ein Lebenszyklus (FEDEP - Federation Development and Execution Process) insbesondere für verteilte Simulationen, welche die High-Level-Architektur nutzen, entwickelt und als IEEE-Standard 1516.3-2003 veröffentlicht [28]. FEDEP wurde danach verallgemeinert, um einen Engineering-Prozess

für alle Arten der verteilten Simulationen zu entwickeln. Diese neue Norm, IEEE Std 1730-2010 IEEE Recommended Practice for Distributed Simulation Engineering and Execution Process (DSEEP) [29], setzt sich aus sieben Schritten zusammen, u. a. „Konzeptionelle Analyse“ und „Design“. DSEEP ist gleichzeitig die Basis für das simulationstechnische Wissensgebiet „Prozess“.

Normen werden genutzt, um akzeptierte Methoden und Infrastrukturen zu dokumentieren. Tolk bietet einen umfassenden Überblick der Simulationsnormen in [30]. Die bekanntesten sind „IEEE 1278 Standard for Distributed Interactive Simulation (DIS)“ und „IEEE 1516 Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA)“.

Unter „Architekturen“ wird in diesem Zusammenhang im Wesentlichen die Softwarearchitektur für Simulationen verstanden. Bekannte und weit verbreitete Simulationsarchitekturen umfassen z. B. HLA [31-33] und Test and Training Enabling Architecture (TENA) [34].

Das letzte Teilgebiet von „Methoden und Infrastrukturen“ ist „Werkzeuge“, deren Klassifizierung auf Grundlage der Ausführungsstrategie, z. B. Echtzeitsimulation, der Simulationsmechanik, z. B. agentenbasierte Simulation oder der Anwendungsdomäne, z. B. Supply-Chain-Simulation [35] oder Mehrkörpersimulation erfolgt [36].

Wie bereits erwähnt, ist DSEEP ein akzeptierter Prozess für die Simulationstechnik, der mit Systementwicklungsprozessen erweitert werden kann [37]. Die vorgeschlagenen Teilgebiete für das Wissensgebiet „Prozess“ sind die „Konzeptionelle Analyse“, „Design“, „Entwicklung“, „Integration“, „Verifikation und Validierung“, „Bereitstellung und Betrieb“, „Wartung“, „Qualität“ und „Verwaltung“.

Zwei primäre Aktivitäten der konzeptionellen Analyse sind die konzeptionelle Modellierung und die Szenarioentwicklung. Eine der wichtigsten Referenzen für die konzeptionelle Modellierung ist [38] von Pace. Er stellt die konzeptionelle Modellierung als eine Modellierungsaktivität vor, die sich am beabsichtigten Verwendungszweck der Simulation orientiert. Die Szenarioentwicklung ist eine umfassende Aktivität, die mit der Beschreibung des geforderten Simulationsszenarios durch den Nutzer beginnt und mit der Entwicklung der entsprechenden ausführbaren Szenariospezifikation endet [39].

Die Teilgebiete „Design“ und „Entwicklung“ können gemeinsam betrachtet werden. Sie beschreiben das Softwaredesign der Simulationsumgebung und z. B. für eine verteilte Simulation die Entwicklung von Datenaustauschmodellen und deren Implementierung. Gängige Praxis ist es, modellbasierte Methoden zu nutzen, die aus der Entwicklung von softwareintensiven Systemen übernommen wurden [40]. Modellbasierte Methoden unterstützen die Nutzung von Modellierung, Meta-Modellierung und Modelltransformation, um Modelle von einem technischen Kontext in einen anderen zu überführen, z. B. von einem Simulink-Modell zu C++-Quellcode.

„Integration“, als logischer Arbeitsschritt nach der Entwicklung, ist durch die Überführung aller Simulationsbestandteile in eine vereinheitlichende Betriebsumgebung definiert [29]. Ein sinnvolles Zusammenspiel von integrierten Simulationsbestandteilen, die sogenannte Interoperabilität, ist dabei eine der großen Herausforderungen [41].

„Verifikation und Validierung“ stellen einen wichtigen Schritt zur Qualitätssicherung dar. Während die Verifikation die reine Implementierung der Simulation betrachtet (Ist die Simulation richtig implementiert?), prüft die Validierung wiederum die hinreichende Erfüllung der Anforderungen an eine Simulation (Ist die richtige Simulation implementiert?) [42].

Für eine erfolgreiche Nutzung der Simulation muss eine „Bereitstellung“ durchgeführt werden. Sie bezieht sich auf die Aktivitäten zwischen der Entwicklung und der Freigabe der Simulation für den „Betrieb“ [43], und umfasst z. B. die rechtliche Prüfung der genutzten Lizenzen. Der eigentliche Betrieb befasst sich damit, die Simulation durchzuführen sowie Ergebnisse zu sammeln, zu analysieren und auszuwerten [29].

Während des Betriebes der Simulation ist ihre Evolution unvermeidlich. Gründe dafür sind beispielsweise die ständige Veränderung des Umfelds, z. B. durch andauernden technologischen Fortschritt, oder die durch zusätzliche Anforderungen weitergehende Entwicklung. „Wartung“ weist auf die Aktivitäten hin, die sicherstellen, dass die Simulation im laufenden Betrieb funktionsfähig bleibt, z. B. durch Fehlerbehebung, und den sich ändernden Anforderungen weiterhin entspricht [40].

Die Teilgebiete „Qualität“ und „Verwaltung“ umfassen klassische Managementthemen, wie Projektmanagement, Risikomanagement, Konfigurationsma-

nagement, Informationsmanagement und die Qualitätssicherung. Bisher wurden diese Teilgebiete in vielen technischen Bereichen systematisch betrachtet [2], aber noch nicht speziell für die Simulationstechnik.

3.3 Praxis

Die letzte Kategorie der Wissensgebiete der Simulationstechnik ist die simulationstechnische Praxis. Sie wird untergliedert in die Wissensgebiete „Ethik“ und „Zuverlässigkeit“. Ören schlägt vor, dass ein Kodex professioneller Ethik für Simulierer die Themengebiete a) persönliche und berufliche Entwicklung, b) fachliche Kompetenz, c) Vertrauenswürdigkeit, und d) Eigentumsrechte abdecken sollte [44]. Zuverlässigkeit ist wesentlich für die Akzeptanz einer Simulationsstudie [45], die sich aus der Akzeptanz von Simulationsergebnissen, Daten, Modellen und Parametern, Testspezifikationen, Programmen und Methoden zusammensetzt.

4 Ausblick

Die Kategorisierung der Wissensgebiete der Simulationstechnik ist einer der wichtigsten Pfeiler um eine etablierte Disziplin zu schaffen. Die vorgeschlagene Kategorisierung nutzt verschiedene bestehende Wissensgebiete, um eine eigene Einordnung zu ermöglichen. Es wurden kurze Definition und Referenzen der Kategorien und Wissens- und Teilgebiete gegeben, jedoch sind umfangreichere Ausarbeitungen erforderlich. Die Schaffung einer klaren Definition der Wissensgebiete der Simulationstechnik kann die Grundlagen für eine professionelle Ausbildung legen, z. B. durch zertifizierte Lehrgänge oder individuelle Lizenzierung. Wir hoffen, dass diese Publikation einen guten Ausgangspunkt für weitere Bemühungen zu diesem Thema bildet.

5 References

- [1] A. Tolk, O. Balci, C.D. Combs, R. Fujimoto, C. Macal, B. Nelson, und P. Zimmerman. *Do We Need a National Research Agenda for Modeling and Simulation?* Winter Simulation Conference, Huntington Beach, CA, 2015.
- [2] BKCASE Editorial Board. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SE-BoK)*, v. 1.6. R.D. Adcock. Hoboken, NJ, 2016. Webseite: www.sebokwiki.org. 03 Januar 2017.

- [3] P. Bourque, R.E. Fairley. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOOK®): Version 3.0*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, 2014.
- [4] Project Management Institute, Inc. *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)—Fifth Edition*. PMI Publications, Newtown Square, PA, 2013.
- [5] R. Rogers. *What Makes A Modeling and Simulation Professional? The Consensus View from one Workshop*. Winter Simulation Conference (WCS), Atlanta, GA, 1997.
- [6] H. Szczerbicka, J. Banks, T.I. Ören, R.V. Rogers, H.S. Sarjoughian, und B.P. Zeigler. *Conception of Curriculum for Simulation Education (panel)*. Winter Simulation Conference (WCS), Orlando, FL, 2000.
- [7] B. Waite. *M&S Professional Body of Knowledge / Code of Ethics*. Summer Computer Simulation Conference (SCSC), Orlando, FL, 2001.
- [8] L.G. Birta. *The Quest for the Modelling and Simulation Body of Knowledge*. Proceedings of the 6th Conference on Computer Simulation and Industry Applications, Tijuana, Mexico, 2003.
- [9] T.I. Ören. *Body of Knowledge of Modeling and Simulation (M&SBOK): Pragmatic Aspects*. Proceedings of the 2nd European Modeling and Simulation Symposium, Barcelona, Spain, 2006.
- [10] T.I. Ören. *Modeling and Simulation Body of Knowledge (M&S BoK) - Index*. Webseite: <http://www.site.uottawa.ca/~oren/MSBOK/MSBOK-index.pdf>. 03 Januar 2017.
- [11] T.I. Ören, und B. Waite. *Modeling and Simulation Body of Knowledge Index: An Invitation for the Final Phases of its Preparation*. SCS M&S Magazine, 1(4), 2010.
- [12] L.W. Lacy, D.C. Gross, T. Ören, und B. Waite. *A Realistic Roadmap for Developing a Modeling and Simulation Body of Knowledge Index*. Proceedings of Fall Simulation Interoperability Workshop, Orlando, FL, 2010.
- [13] T.I. Ören. *A Basis for a Modeling and Simulation Body of Knowledge Index: Professionalism, Stakeholders, Big Picture, and Other BoKs*. SCS M&S Magazine, 2(1):40-48, 2011.
- [14] T.I. Ören. *The Richness of Modeling and Simulation and an Index of its Body of Knowledge*. In: M.S. Obaidat, J. Filipe, J. Kacprzyk und N. Pina (eds) *Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 256, Springer, 2014.
- [15] J.R. Brown. *Thought Experiments*. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Webseite: <http://plato.stanford.edu/entries/thought-experiment/>. 03 Januar 2017.
- [16] L. Yilmaz, und T.I. Ören (Eds.) *Agent-Directed Simulation and Systems Engineering*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, 2011.
- [17] U. Durak, und T. Ören. *Towards an Ontology of Simulation Systems Engineering*. SpringSim-ANSS, Pasadena, CA, 2016.
- [18] T. Ören. *A Critical Review of Definitions and About 400 Types of Modeling and Simulation*. SCS M&S Magazine, 2(3):142-51, 2011.
- [19] L.G. Birta. *A Perspective of the Modeling and Simulation Body of Knowledge*. SCS M&S Magazine, 2(1), 2003.
- [20] J.J. Padilla, S.Y. Diallo, und A. Tolko. *Do We Need M&S Science?*. SCS M&S Magazine, 8, 2011.
- [21] A.M. Law, und W.D. Kelton. *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill, New York, NY, 1991.
- [22] B.P. Zeigler, M.S. Elzas, J.G. Klir, und T.I. Ören. *Methodology in System Modelling & Simulation*. North-Holland, Amsterdam, 1979.
- [23] T.I. Ören. *Model-Based Activities: A Paradigm Shift*. In: *Simulation and Model-Based Methodologies: An Integrative View*. (eds T.I. Ören, B.P. Zeigler, M.S. Elzas) Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, 1984.
- [24] B.P. Zeigler, H. Praehofer, und T.G. Kim. *Theory of Modeling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems*. Academic Press, San Diego, CA, 2000.

- [25] P. Fritzson. *Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1*. John Wiley & Sons, Piscataway, NJ, 2010.
- [26] B.P. Zeigler, C.J. Luh, und T.G. Kim. *Model Base Management for Multifaceted Systems*. ACM Trans. Model. Comput. Simul., 1(3):195-218, 1991.
- [27] O. Balci. *Guidelines for Successful Simulation studies*. 22nd Winter Simulation Conference, New Orleans, LA, 1990
- [28] IEEE STD 1516.3-2003. *IEEE Recommended Practice for High Level Architecture (HLA) Federation Development and Execution Process (FEDEP)*, 2003.
- [29] IEEE STD 1730TM-2010. *IEEE Recommended Practice for Distributed Simulation Engineering and Execution Process (DSEEP)*, 2010.
- [30] A. Tolk. *Standards for Distributed Simulation*. In: *Engineering Principles of Combat Modeling and Distributed Simulation*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2012, pp. 209-241
- [31] IEEE STD 1516-2010. *IEEE Standard for Modeling and Simulation High Level Architecture (HLA) – Framework and Rules*, 2010.
- [32] IEEE STD 1516.1-2010. *IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) – Federate Interface Specification*, 2010.
- [33] IEEE STD 1516.2-2010. *IEEE Standard for Modeling and Simulation High Level Architecture (HLA) – Object Model Template (OMT) Specification*, 2010.
- [34] J.R. Noseworth. *The Test and Training Enabling Architecture (TENA) Supporting the Decentralized Development of Distributed Applications and LVC Simulations*. 12th IEEE/ACM International Symposium on Distributed Simulation and Real-Time Applications, British Columbia, Canada, 2008.
- [35] J.P. Kleijnen. *Supply Chain Simulation Tools and Techniques: A Survey*. International Journal of Simulation and Process Modelling, 1(1-2):82-9, 2001.
- [36] W. Schiehlen (ed). *Advanced Multibody System Dynamics: Simulation and Software Tools*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [37] A. D’Ambrogio, und U. Durak. *Setting Systems and Simulation Life Cycle Processes Side by Side*. IEEE International Symposium on Systems Engineering, Edinburgh, Scotland, 2016.
- [38] D.K. Pace. *Ideas about Simulation Conceptual Model Development*. Johns Hopkins APL Technical Digest, 21(3):327-36, 2000.
- [39] U. Durak, O. Topçu, R. Siegfried, und H. Oğuztüzün. *Scenario Development: A Model-Driven Engineering Perspective*. 2014 International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH), Wien, Austria, 2014.
- [40] O. Topcu, U. Durak, H. Oğuztüzün, und L. Yilmaz. *Distributed Simulation - A Model Driven Engineering Approach*. Springer International Publishing, Cham, Germany, 2016.
- [41] A. Tolk. *Interoperability, Composability, and Their Implications for Distributed Simulation: Towards Mathematical Foundations of Simulation Interoperability*. IEEE/ACM 17th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications, 2013.
- [42] R.G. Sargent. *Verification and Validation of Simulation Models*. 37th Winter Simulation Conference, Orlando, FL, 2005.
- [43] U. Durak, A. Öztürk, und M. Katircioglu. *Simulation Deployment Blockset for MATLAB/Simulink*. SpringSim-TMS/DEVS, Pasadena, CA, 2016.
- [44] T.I. Ören, M.S. Elzas, I. Smit, und L.G. Birta. *A Code of Professional Ethics for Simulationists*. 2002 Summer Computer Simulation Conference, San Diego, CA, 2002.
- [45] T.I. Ören. *Concepts and Criteria to Assess Acceptability of Simulation Studies: A Frame of Reference*. Communications of the ACM, 24(4):180-189, 1981.